

PERANCANGAN SISTEM PERINGATAN DINI BANJIR BERBASIS SMS

Yoga Ghazela Putra¹, Zulfatman^{*2}, Nur Kasan³

Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Malang

Zulfatman

Jl. Raya Tlogomas 246 Malang, Telp/Fax 0341-464318 ext 129

e-mail: zulfatman@umm.ac.id*

Abstrak

Meningkatnya suhu lingkungan secara fluktuatif akibat perubahan iklim global berdampak pada ketidakseimbangan siklus hidrologi, sehingga menyebabkan curah hujan tinggi yang berakibat banjir bandang. Untuk mengurangi dampak dari bencana banjir bandang, diperlukan sebuah perangkat elektronika mitigasi bencana yang mampu memberikan informasi dan peringatan akan kehadiran bencana banjir sedini mungkin. Tujuan dari studi ini adalah merancang sistem peringatan dini banjir bandang (*Flash Flood Warning System*) yang dapat dioperasikan pada hulu sungai. *Flash Flood Warning System* (FFWS) yang dikembangkan adalah berbasis *Short Message Service*, (SMS) karena dipasang pada hulu sungai yang jauh dari lingkungan penduduk. Data dari sensor level dan sensor kecepatan aliran air diolah dan dikirimkan via SMS melalui GSM modul ke beberapa nomor GSM yang ditentukan secara real-time. Mikro Arduino digunakan sebagai rangkaian antar muka sekaligus kontroler bagi sistem. Berdasarkan hasil pengujian, perangkat FFWS berbasis SMS dapat bekerja dengan baik, dengan mengirimkan data dengan akurat dan cepat kepada pengguna. Dengan demikian diharapkan perangkat FFWS ini dapat menjadi alternatif perangkat bagi mitigasi bencana.

Kata kunci: Mitigasi Bencana, Sistem Peringatan Dini, Banjir Bandang, SMS, Modul GSM

1. Pendahuluan

Meningkatnya suhu lingkungan secara fluktuatif akibat perubahan iklim global yang terjadi di Indonesia berdampak pada perubahan cuaca yang tidak menentu dan berganti secara tiba-tiba. Sehingga hal ini berakibat pada ketidakseimbangan siklus hidrologi di Indonesia. Perubahan cuaca yang tidak menentu ini menyebabkan curah hujan tinggi yang berpotensi menyebabkan bencana banjir (*flood*) dan banjir bandang (*flash flood*).

Mengacu pada Data Informasi Bencana Indonesia (DIBI) yang dirilis Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) Indonesia selama tahun 2017 terdapat 2.175 bencana alam di Indonesia. Sebanyak 737 di antaranya adalah berupa bencana hidrologi, yaitu berupa banjir dan banjir bandang. Bencana *flood* (banjir) yang terjadi telah mengakibatkan hilangnya banyak nyawa manusia, hancur dan rusaknya sejumlah hunian tempat tinggal dan fasilitas umum, matinya hewan peliharaan, gagal panen, dan banyak kerugian lain setiap tahunnya. Hal ini juga banyak terjadi pada banyak negara, terutama di negara-negara miskin dan berkembang, di mana orang-orangnya masih bergantung pada kondisi alam sekitar.

Di antara bencana banjir yang terjadi, meskipun frekuensinya tidak setinggi banjir biasa, banjir bandang merupakan jenis banjir yang paling banyak menghadirkan korban jiwa dan kerusakan yang parah. Menurut [1], banjir bandang terjadi akibat ketinggian air naik dan turun cukup cepat dengan sedikit atau tanpa peringatan terlebih dahulu dan biasanya terjadi di daerah cekungan dengan topografi hulu yang relatif curam dan selang waktu yang relatif singkat. Karena banjir bandang merupakan fenomena alam yang tidak bisa dicegah, maka perlu adanya peringatan dini untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan. Informasi peringatan dini ini merupakan informasi awal yang dapat digunakan oleh berbagai pihak yang terkait pencegahan dan penanggulangan bencana, baik pemerintah maupun kelompok masyarakat daerah yang berpotensi terpapar bencana banjir bandang. Namun, merancang perangkat peringatan dini yang dapat ditempatkan jauh di hulu sungai dan dapat mengirimkan informasi dengan cepat merupakan tantangan tersendiri.

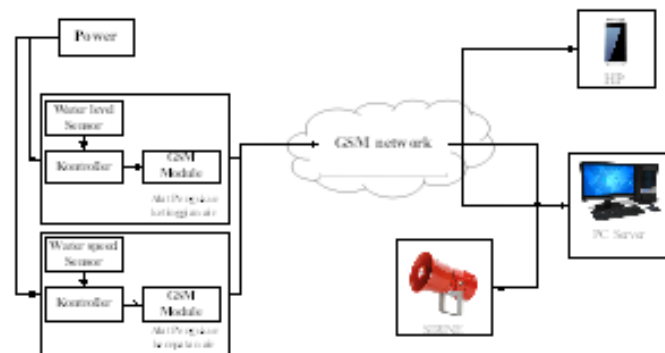
Ada banyak perangkat yang sudah dikembangkan untuk mengurangi risiko bencana banjir, di antaranya perangkat dengan metode *Flood Forecasting and Warning System* (FFWS). Metode ini merupakan metode yang dianggap paling efisien dan akurat [1]. FFWS merupakan peringatan dini yang dilengkapi dengan prediksi (perkiraan) besar dan kapan banjir akan terjadi, yang disampaikan kepada publik dan pihak bertanggung jawab terkait secara real-time menggunakan perangkat yang informasinya mudah untuk diterima. Kemudian, ada juga perangkat *Early Warning System* (EWS)

berbasis SMS dan Web dikembangkan mengantisipasi dini banjir di Semarang [2]. Pengembangan terhadap perangkat EWS pada umumnya menggunakan beragam sensor dan algoritma untuk mendeteksi kondisi lingkungan sekitar dan memprediksi datangnya bencana. Kedua jenis perangkat tersebut dikembangkan untuk daerah yang sudah memiliki jaringan listrik dan dapat dijangkau oleh jaringan sistem telekomunikasi basis data, bukan di hulu sungai.

Oleh karena itu studi ini bertujuan merancang sebuah perangkat sistem mitigasi bencana untuk banjir bandang, yang dapat ditempatkan pada hulu sungai dan dapat mengirimkan informasi dengan cepat. Dengan perangkat ini, diharapkan informasi tentang peringatan banjir dapat diterima oleh masyarakat dengan cepat dan akurat.

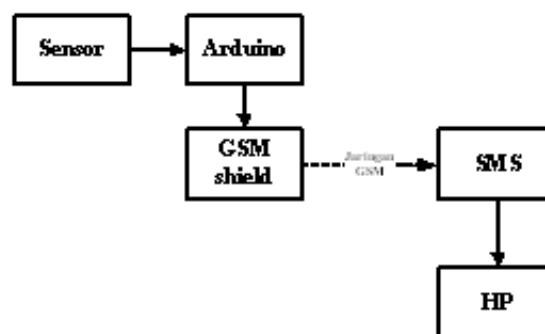
2. Metode

Perancangan sistem EWS berbasis SMS terdiri dari perancangan sensor, mikrokontroler dan modul GSM. Secara garis besar blok diagram sistem EWS seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Blok diagram perancangan EWS

Dari blok diagram pada Gambar 1 diatas perangkat keras EWS ini terdiri dari beberapa indikator. Indikator yang digunakan diantaranya ketinggian air, kecepatan aliran air, dan curah hujan. Kemudian ketiga parameter tersebut dikoneksikan melalui SMS menggunakan Modul GSM. Selanjutnya data yang telah dikirimkan akan diterima melalui pesan singkat pada ponsel yang kemudian akan diteruskan ke website menggunakan jaringan internet dan diterima ke dalam server. Berikut blok diagram perancangan *hardware* FFWS dapat ditunjukkan pada Gambar 2.



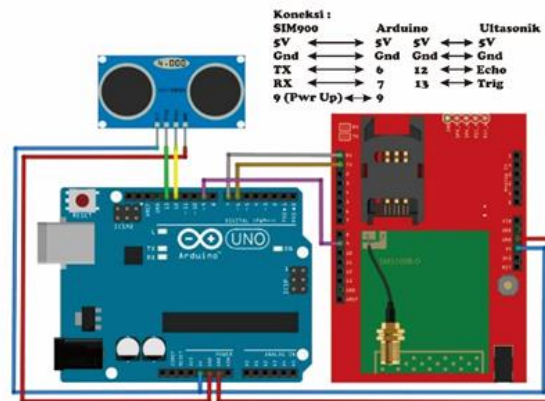
Gambar 2 Blok diagram perancangan hardware FFWS

Dari blok diagram diatas dapat diketahui bahwa masukan sistem ada 3 indikator yang berupa sensor. Sensor yang digunakan yaitu sensor ketinggian air, sensor kecepatan aliran air, dan sensor curah hujan [8]. Sensor akan memberikan data hasil pengukuran.[3] Selanjutnya data dari sensor akan diproses di dalam mikrokontroler arduino. Kemudian data yang telah diproses di arduino akan menghasilkan keluaran yang akan diteruskan menuju modul GSM.[4] Modul GSM yang digunakan adalah jenis GSM/GPRS SIM900 keluaran dari SimCom yang mempunyai fitur ganda, yaitu fitur pengiriman data berupa pesan singkat (SMS) dan pengiriman data berupa DTMF yang membutuhkan koneksi internet.

2.1 Rangkaian *Hardware*

2.1.1 Rangkaian Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik tipe HY-SRF05 merupakan sensor ultrasonik yang memiliki frekuensi sekitar 40 kHz dan rentang pengukuran jarak hingga 450 sentimeter atau sekitar 4,5 meter.[5] Selanjutnya sensor akan dipasang pada ketinggian 4 meter dari dasar sungai. Berikut rangkaian sensornya dapat digambarkan pada Gambar 3.

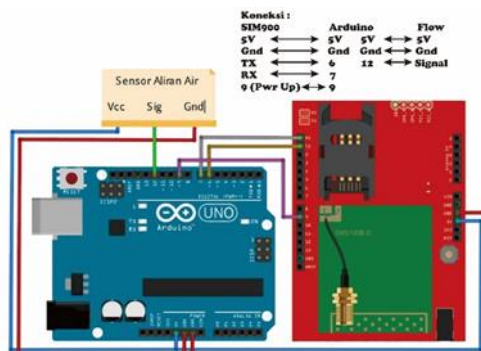


Gambar 3 Rangkaian sensor ultrasonik

Prinsip kerjanya sangat mudah, sensor ini akan mengirimkan sinyal-sinyal pemicu. Setelah sinyal pemicu dikirimkan dan diterima oleh benda yang ada di depannya, maka sinyal tersebut akan dipantulkan kembali ke modul HY-SRF05. Kemudian rentang waktu yang terjadi antara sinyal yang dikirim dan sinyal pantul akan dikonversikan menjadi pengukuran jarak.

2.1.2 Rangkaian Sensor Kecepatan Aliran Air

Sensor kecepatan aliran air FS300A pada dasarnya adalah sensor yang memanfaatkan prinsip *hall effect*. *Hall effect* dirancang untuk mendeteksi adanya objek magnetis dengan perubahan posisi suatu benda. Perubahan medan magnet yang terus menerus menyebabkan timbulnya pulsa yang kemudian memiliki frekuensi yang dapat dikalibrasikan sesuai dengan keperluan. Tegangan keluaran yang dari sensor hall effect tergantung pada kerapatan flux magnet, jenis dan dimensi material yang digunakan, perbandingan arah antara jenis senyawa hall effect [7] dan arah dari flux dan kerapatan magnet, arah dari arus yang melalui sensor dan sudut antara senyawa yang diukur dan flux magnet. Keluaran dari sensor ini merupakan pulsa digital yang dapat diolah oleh mikrokontroler menjadi satuan air [6]. Berikut rangkaian sensornya dapat digambarkan pada Gambar 4.



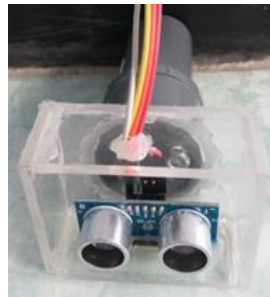
Gambar 4 Rangkaian sensor kecepatan aliran air

Dalam perangkat sensor terdapat turbin kecil yang berputar sesuai dengan jumlah air yang melalui sensor. Pada turbin terdapat magnet yang mengubah polaritas tegangan keluaran sensor. Dengan begitu sensor memiliki keluaran berupa pulsa listrik. Sensor aliran air bekerja pada tegangan 5V-18V, dengan jangkauan debit air 1-60 L/menit.

2.2 Perancangan Mekanik

2.2.1 Pengukur Ketinggian Air

Mekanik sensor ketinggian air dibuat dari kotak akrilik berdimensi panjang 6 sentimeter, lebar 5 sentimeter, dan tinggi 2,5 sentimeter. Kotak ini untuk melindungi sensor agar tidak terkena air hujan. Selanjutnya, dipasangkan pada pipa PVC sepanjang 8 sentimeter agar memudahkan untuk pemasangan pada tiang penyangga yang terbuat dari pipa PVC setinggi 3 meter. Pemilihan pipa PVC ini karena bahannya kuat dan anti karat. Juga tahan panas dan hujan. Mekanik sensor ketinggian air dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Rancangan mekanik pengukur ketinggian air

2.2.2 Pengukur Kecepatan Aliran Air

Mekanik sensor pengukur kecepatan aliran dibuat dari bekas botol air mineral dengan lubang berdiameter 8 sentimeter. Tabung ini bertujuan untuk memberikan masukan air yang lebih maksimal dengan cakupan yang lebih luas. Selanjutnya, tabung keluaran dibuat pipa PVC berdiameter 2,5 sentimeter sesuai dengan diameter sensor. Pada bagian atas sensor dipasangkan pada pipa PVC sepanjang 12 sentimeter agar memudahkan untuk pemasangan pada tiang penyangga yang terbuat dari pipa PVC sepanjang 1 meter dan setinggi 1 meter. Karena pada prinsipnya sensor akan dimasukkan ke dalam air. Mekanik sensor kecepatan aliran air dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Rancangan mekanik pengukur kecepatan aliran air

2.3 Setup Pengujian Alat

Pada tahap ini dilakukan pengujian hardware FFWS. Pengujian hardware ini bertujuan untuk mengurangi adanya kegagalan atau error hasil keluaran dari hardware FFWS. Ada 2 tahap pengujian diantaranya sebagai berikut:

1. Pengujian hardware pada serial monitor arduino.

Pada tahap ini, hardware yang telah dirancang, masing-masing akan dijalankan dan diuji secara bergantian. Selanjutnya, hasil keluarannya akan langsung ditampilkan pada serial monitor arduino. Pengujian pada tahap ini bertujuan untuk mengetahui secara langsung hasil keluaran dari hardware sehingga kegagalan atau error dapat dikurangi. Hasil keluaran pada tahap ini akan menampilkan angka besaran sesuai pembacaan sensor dan juga menampilkan beberapa parameter tingkat kewaspadaan. Selain itu, tampilan keluaran hardware pada serial monitor ini juga menjadi data acuan pesan yang akan dikirimkan melalui SMS.

2. Pengujian hardware dengan mengirimkan data melalui SMS.

Pada tahap ini, hardware yang telah diuji dan ditampilkan pada serial monitor arduino akan dikirimkan melalui SMS. Dalam hal ini perlu adanya modul GSM. Modul GSM digunakan sebagai pengirim data dari mikrokontroler menuju ponsel. Selanjutnya, data yang berupa parameter tingkat kewaspadaan akan dikirimkan dan diterima sesuai dengan pembacaan masing-masing sensor.

2.4 Setup Pengujian Sensor

Pada tahap ini dilakukan pengujian hardware FFWS. Pengujian hardware ini bertujuan untuk mengurangi adanya kegagalan atau *error* hasil keluaran dari hardware FFWS. Ada 2 parameter yang akan diujikan diantaranya sebagai berikut.

2.4.1 Pengujian Sensor Ketinggian Air

Tujuan Pengujian

Pengujian sensor ketinggian air ini bertujuan untuk mengetahui tingkat ketinggian permukaan air. Selain itu, pengujian ini juga menjadi titik acuan penentu tingkat level kewaspadaan terhadap bahaya naiknya permukaan air yang mampu menyebabkan banjir. Beberapa tingkat level kewaspadaan yang ditampilkan diantaranya level aman, siaga, waspada, dan awas yang selanjutnya data tersebut akan ditampilkan dan dikirimkan melalui SMS.

Status “AMAN” akan ditampilkan apabila jarak pengukuran di atas 250 sentimeter. Maksudnya jika jarak dari sensor terhadap permukaan air sejauh lebih dari 250 sentimeter. Hal ini menunjukkan bahwa permukaan air sangat rendah atau permukaan air dalam keadaan surut.

Status “SIAGA” akan ditampilkan apabila jarak pengukuran antara 150 sampai 250 sentimeter. Maksudnya jika jarak dari sensor terhadap permukaan air sejauh kurang lebih antara 150 sampai 250 sentimeter. Hal ini menunjukkan bahwa permukaan air naik setinggi kurang lebih hingga 1 meter dari kondisi aman.

Status “WASPADA” akan ditampilkan apabila jarak pengukuran antara 75 sampai 150 sentimeter. Maksudnya jika jarak dari sensor terhadap permukaan air sejauh kurang lebih antara 75 sampai 150. Hal ini menunjukkan bahwa permukaan air naik setinggi kurang lebih hingga 1,7 meter dari kondisi aman.

Status “AWAS” akan ditampilkan apabila jarak pengukuran di bawah 75 sentimeter. Maksudnya jika jarak dari sensor terhadap permukaan air sejauh kurang 75 sentimeter. Hal ini menunjukkan bahwa permukaan air naik setinggi kurang lebih hingga 2,5 meter dari kondisi aman. [4][9][10]

Peralatan yang Diperlukan

Untuk mendapatkan data ketinggian air diperlukan beberapa peralatan atau komponen yang mendukung. Adapun peralatan yang diperlukan diantaranya sebagai berikut:

1. Sensor jarak (HY-SRF05).
2. Mikrokontroler Arduino.
3. Modul GSM/GPRS SIM900.
4. Konektor (jumper).
5. Kabel downloader.
6. Mika Akrilik
7. Pipa PVC
8. Software Arduino
9. Mur dan Baut
10. Lem

Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem sudah mampu berjalan dengan baik dan benar. Selain itu, prosedur ini dapat digunakan untuk mengurangi kesalahan sistem, sehingga hasil keluaran bisa sesuai yang diharapkan. Adapun beberapa prosedur yang harus dilakukan diantaranya sebagai berikut:

1. Perancangan mekanik sistem. Perancangan mekanik ini bertujuan agar sistem dapat dirangkai dan dipasang pada suatu media tertentu. Pemilihan bahan mekanik yang fleksibel dan kuat sangat berpengaruh terhadap tingkat ketahanan sistem dari pengaruh luar seperti panas dan hujan.

2. Mengkoneksikan pin pada sensor, mikrokontroler dan modul GSM secara benar. Koneksi antara pin pada sensor dan pin pada mikrokontroler bertujuan untuk mengimkan data yang diterima sensor ke dalam mikrokontroler sehingga data dapat diproses. Selanjutnya koneksi pin pada mikrokontroler dengan modul GSM bertujuan agar data yang diproses didalam mikrokontroler dapat dikirimkan melalui SMS dan diterima secara langsung.
3. Pembuatan koding menggunakan software arduino. Proses pembuatan koding ini sangat berpengaruh terhadap hasil keluaran dari sistem. Sistem dapat berjalan sesuai yang kita harapkan saat koding program yang kita inputkan sesuai. Dalam koding, pemilihan kondisi seperti if-else atau do/while. Penggunaan tanda baca seperti lebih besar dari (>), lebih kecil dari (<) dan sama dengan (=) juga diperlukan.

2.4.2 Pengujian Sensor Kecepatan Air

Tujuan Pengujian

Pengujian sensor kecepatan air ini bertujuan untuk mengetahui seberapa cepat aliran air yang masuk melalui sensor. Selain itu, pengujian ini juga menjadi titik acuan penentu tingkat level kewaspadaan terhadap bahaya naiknya kecepatan aliran air yang mampu menyebabkan banjir bandang. Beberapa tingkat level kewaspadaan yang ditampilkan diantaranya level rendah, normal, tinggi, dan sangat tinggi yang selanjutnya data tersebut akan ditampilkan dan dikirimkan melalui SMS

Status “RENDAH” akan ditampilkan apabila hasil pengukuran dibawah 3 liter per menit. Maksudnya jika sensor menghitung kecepatan air yang melewati katup(valve) kurang dari 3 liter per menit. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan air sangat rendah atau aliran air sedikit tersumbat.

Status “NORMAL” akan ditampilkan apabila hasil pengukuran antara 3 sampai 10 liter per menit. Maksudnya jika sensor menghitung kecepatan air yang melewati katup (valve) antara dari 3 liter sampai 10 liter per menit. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan air sesuai dengan kondisi alam.

Status “TINGGI” akan ditampilkan apabila hasil pengukuran antara 10 sampai 20 liter per menit. Maksudnya jika sensor menghitung kecepatan air yang melewati katup(valve) antara dari 10 liter sampai 20 liter per menit. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan air lebih cepat dari biasanya atau mungkin sedang ada kenaikan volume air.

Status “SANGAT TINGGI” akan ditampilkan apabila hasil pengukuran diatas 20 liter per menit. Maksudnya jika sensor menghitung kecepatan air yang melewati katup(valve) lebih dari 3 liter per menit. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan air sangat tinggi atau mungkin terjadi hujan deras pada bagian hulu sungai [10][11].

Peralatan yang Diperlukan

Untuk mendapatkan data kecepatan air diperlukan beberapa peralatan atau komponen yang mendukung. Adapun peralatan yang diperlukan diantaranya sebagai berikut.

1. Sensor kecepatan air (FS300A ¾ inchi).
2. Mikrokontroler Arduino.
3. Modul GSM/GPRS SIM900.
4. Konektor (jumper).
5. Kabel downloader.
6. Mika Akrilik
7. Pipa PVC
8. Software Arduino
9. Mur dan Baut
10. Lem
11. Botol bekas air mineral 1,5 liter

Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem sudah mampu berjalan dengan baik dan benar. Selain itu, prosedur ini dapat digunakan untuk mengurangi kesalahan sistem, sehingga hasil keluaran bisa sesuai yang diharapkan. Adapun beberapa prosedur yang harus dilakukan diantaranya sebagai berikut:

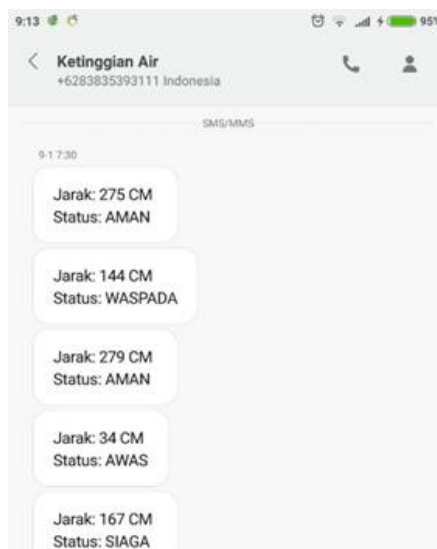
1. Perancangan mekanik sistem. Perancangan mekanik ini bertujuan agar sistem dapat dirangkai dan dipasang pada suatu media tertentu. Pemilihan bahan mekanik yang fleksibel dan kuat sangat berpengaruh terhadap tingkat ketahanan sistem dari pengaruh luar seperti panas dan hujan.
2. Mengkoneksikan pin pada sensor, mikrokontroler dan modul GSM secara benar. Koneksi antara pin pada sensor dan pin pada mikrokontroler bertujuan untuk mengirimkan data yang diterima sensor ke dalam mikrokontroler sehingga data dapat diproses. Selanjutnya koneksi pin pada mikrokontroler dengan modul GSM bertujuan agar data yang diproses didalam mikrokontroler dapat dikirimkan melalui SMS dan diterima secara langsung.
3. Pembuatan koding menggunakan software arduino. Proses pembuatan koding ini sangat berpengaruh terhadap hasil keluaran dari sistem. Sistem dapat berjalan sesuai yang kita harapkan saat koding program yang kita inputkan sesuai. Dalam koding, pemilihan kondisi seperti if-else atau do/while. Penggunaan tanda baca seperti lebih besar dari (>), lebih kecil dari (<) dan sama dengan (=) juga diperlukan.

3. Hasil dan Pembahasan

Dari pengujian terhadap sistem I/O pada perangkat di atas diperoleh hasil sebagai mana pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 7 Tampilan serial monitor arduino sensor ketinggian air

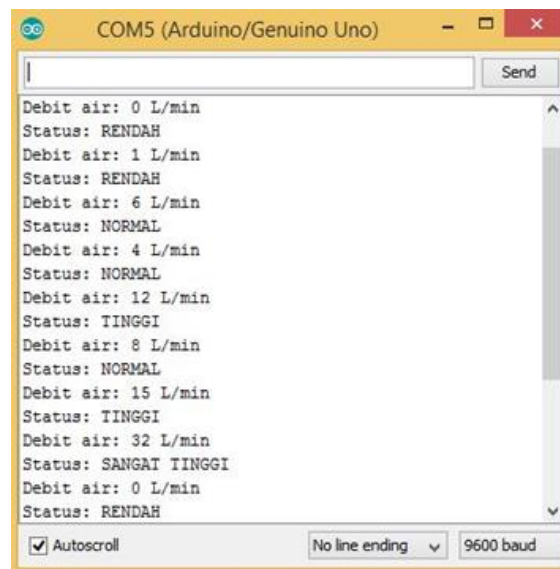


Gambar 8 Tampilan data SMS sensor ketinggian air

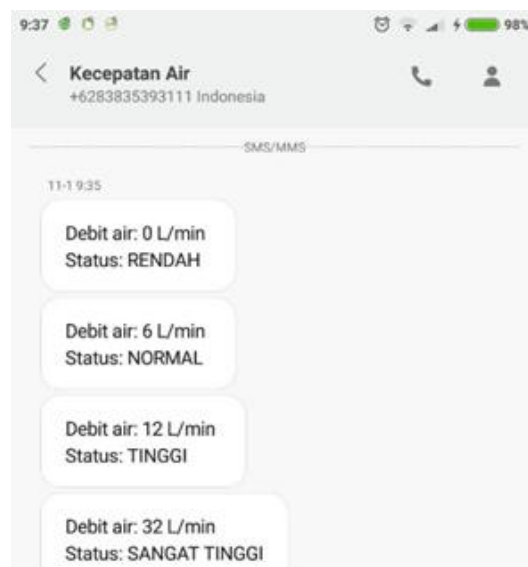
Pada Gambar 7 dan 8 dapat dianalisis bahwa pada saat jarak pengukuran sejauh 275 sentimeter, status kesiagaan masih pada level “AMAN”. Pada saat jarak pengukuran sejauh 144 sentimeter, status kesiagaan meningkat pada level “WASPADA”. Pada saat jarak pengukuran sejauh 279 sentimeter, status kesiagaan kembali pada level “AMAN”. Pada saat jarak pengukuran sejauh 34 sentimeter, status kesiagaan meningkat pada level “AWAS”. Pada saat jarak pengukuran sejauh 167 sentimeter, status kesiagaan menurun pada level “SIAGA”. Pada saat jarak pengukuran sejauh 307 sentimeter, status kesiagaan meningkat pada level “AMAN”

Pada hasil pengukuran ini, jarak berbanding terbalik dengan tinggi permukaan air. Semakin kecil jarak yang ditampilkan, maka semakin tinggi permukaan airnya dan level kewaspadaan semakin meningkat. Sebaliknya semakin besar jarak yang ditampilkan, maka semakin surut permukaan airnya dan level kewaspadaan semakin menurun. Pada Gambar 7 dan 8 terdapat kecocokan antara data yang ditampilkan pada serial monitor dan pada data yang diterima melalui SMS. Dilihat dari gambar dapat disimpulkan bahwa hasil keluaran sistem sesuai yang diharapkan dan kesalahan dari sistem sangat kecil.

Sementara itu hasil pengujian terhadap sensor kecepatan air dan ketinggian air digambarkan melalui Gambar 9 dan Gambar 10.



Gambar 9 Tampilan serial monitor arduino sensor kecepatan air



Gambar 10 Tampilan data SMS sensor ketinggian air

Pada Gambar 9 dan 10 dapat dianalisis bahwa pada saat debit air sebesar 0 liter per menit, status kesiagaan masih pada level “RENDAH”. Pada saat debit air sebesar 6 liter per menit, status kesiagaan masih pada level “NORMAL”. Pada saat debit air sebesar 12 liter per menit, status kesiagaan masih pada level “TINGGI”. Pada saat debit air sebesar 32 liter per menit, status kesiagaan masih pada level “SANGAT TINGGI”.

Pada hasil pengukuran ini, debit air berbanding lurus dengan kecepatan air. Semakin banyak air yang masuk melewati sensor, maka debitnya dan kecepatannya akan semakin besar, begitu juga level kewaspadaannya akan meningkat. Sebaliknya semakin sedikit air yang masuk melewati sensor, maka debitnya dan kecepatannya akan semakin kecil, begitu juga level kewaspadaannya akan berkurang. Pada Gambar 9 dan 10 di atas terdapat kecocokan antara data yang ditampilkan pada serial monitor dan pada data yang diterima melalui SMS. Dilihat dari gambar dapat disimpulkan bahwa hasil keluaran sistem sesuai yang diharapkan dan kesalahan dari sistem sangat kecil.

4. Kesimpulan

Dari perancangan hardware sistem peringatan dini banjir berbasis web dan android yang sudah dibuat dapat disimpulkan bahwa hardware sistem peringatan dini banjir berbasis web dan android yang telah dirancang dapat bekerja dengan maksimal. Kemudian sistem peringatan dini banjir berbasis web dan android yang telah diuji dapat memberikan data keluaran yang signifikan sesuai dengan tingkat level kewaspadaan yang diharapkan.

Daftar Notasi

Modul GSM : Modul pengirim dan penerima data SMS dan DTMF
 SMS : *Short Message Service*
 DTMF : *Dual Tone Multiple Frequency*
 HY-SRF05 : Sensor jarak dengan *range* 3 – 450 sentimeter
 FS300A : Sensor kecepatan air *range* 0 – 60 L/min
 Counter : Penghitung

Referensi

- [1] A. Islam, T. Islam, M. A. Syrus, and N. Ahmed, “Implementation of flash flood monitoring system based on wireless sensor network in Bangladesh,” *3rd Int. Conf. Informatics, Electron. Vis.*, Vol. 1, No. 1, Pp. 1–6, 2014.
- [2] J. Windarto, “Flood Early Warning System Develop at Garang River Semarang using Information Technology base on SMS and Web,” *Int. J. Geomatics Geosci.*, Vol. 1, No. 2, Pp. 15, 2010.
- [3] J. Sunkpho and C. Ootamakorn, “Real-time flood monitoring and warning system,” *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, Vol. 33, No. 2, Pp. 227–235, 2011.
- [4] L. A. Fatah and G. B. Pebrianto, “Implementasi Twitter Sebagai Media Penyebar Informasi Ketinggian Air Dan Waspada Banjir Berbasis Mikrokontroler,” *J. LPKIA*, Vol. 1, No. 1, Pp. 1–6, 2014.
- [5] U. M. Arief, “Pengujian Sensor Ultrasonik PING untuk Pengukuran Level Ketinggian dan Volume Air,” *J. Ilm. “Elektrikal Enjiniring” UNHAS Vol. 9 No. 2 Mei-Agustus 2011*, Vol. 9, No. 2, Pp. 72–77, 2011.
- [6] A. Nugra, “Aplikasi Wireless Sensor Network Untuk Pembacaan Meteran Air,” Vol. 6, No. 2, Pp. 102, 2017.
- [7] V. S. Manullang, D. T. Tamba, and M. E. Sc, “Modifikasi Penakar Hujan Otomatis Tipe Tipping Bucket Dengan Hall Effect Sensor ATS276 Mahasiswa Ekstensi Fisika Instrumentasi FMIPA USU Dosen Fisika FMIPA USU Email : tambatj@yahoo.co.id Abstract Keywords : Rainfall , Rainfall Gauges , Magnetics sensor AT.”
- [8] A. Muliantara, N. Agus, and S. Er, “Perancangan alat ukur ketinggian curah hujan otomatis berbasis mikrokontroler,” *J. Ilm. Ilmu Komput.*, Vol. 8, No. 2, Pp. 31–37, 2015.
- [9] O. Saitou, Y. Kuwahara, M. Niibori, and M. Kamada, “Real-time water level visualization with pervasive IC sensors,” *Proc. - 16th Int. Conf. Network-Based Inf. Syst. NBIS 2013*, Pp. 444–447, 2013.

- [10] dan H. S. Gigih Prio Nugroho, Ary Mazharuddin S, “Sistem Pendeteksi Dini Banjir Menggunakan Sensor Kecepatan Air dan Sensor Ketinggian Air pada Mikrokontroler Arduino,” *J. Tek. POMITS Vol. 2, No. 1, ISSN 2337-3539 (2301-9271 Print) Sist.*, Vol. 2, No. 1, Pp. 1–5, 2017.
- [11] A. Azhari, “Perancangan Sistem Informasi Debit Air Berbasis Arduino Uno,” *Singuda Ensikom*, Vol. 13, No. 36, Pp. 89–95, 2015.